

V-22 塩害劣化 RC はりに対する CFRP 複合電極を用いたデサリネーションの適用

日本道路 正会員 ○黒川 通
 徳島大学 正会員 上田隆雄
 国土交通省四国地方整備局 正会員 庄野 秀
 電気化学工業 正会員 芦田公伸

1. 背景と目的

塩害により劣化した鉄筋コンクリート構造物に対する対策を検討する場合、潜伏期や進展期の段階では、電気化学的補修工法である従来型のデサリネーションにより対応が可能である。しかし、劣化が進行し、加速期、劣化期になると靱性や耐荷力などの力学的性能が低下し、補修のみでは不十分となり、補強工法との組合せを検討する必要がある。このような観点から、デサリネーションの陽極材に CFRP 複合電極の形で補強材である炭素繊維を組み込むことで補強効果を付与したりリハビリテーション工法が検討されてきた。これまでの検討で小型供試体に適用した場合の補修、補強効果はほぼ確認されている。

そこで、本研究では実構造物への適用を想定し、約 3 年間の屋外暴露により塩害劣化した大型 RC はり部材に対して本工法を適用した場合のリハビリテーション効果を確認することを目的とした。

2. 実験概要

実験に用いた供試体は、 $100 \times 100 \times 1600 \text{mm}$ の RC はりとし、かぶり 20mm の位置に異形鉄筋 D13(SD295A)を 2 本配した。コンクリートには、 10.0kg/m^3 の NaCl(Cl⁻量が 6.07kg/m^3) を混入した。供試体は、28 日間の湿布養生終了後に、乾湿繰返し養生(高温多湿環境; 温度 60°C 、湿度 90% 、低温乾燥環境; 温度 15°C 、湿度 60%) を 1 年、屋外暴露を約 2 年間行なった。図-1 にひび割れ状況を示す。図上の数字は各部分での最大ひび割れ幅である。CFRP 複合電極は、吸水率 0% のアクリル樹脂を炭素繊維(目付量: 200g/m^2)に含浸させて作製した CFRP 板 ($100 \times 1400 \text{mm}$)をチタンメッシュで挟み込んだものとした。この CFRP 複合電極を、20%の吸水率に調製した接着用アクリル樹脂で RC はり供試体の通電面 1 面に接着した。また、CFRP 複合電極接着部分以外についてはエポキシ樹脂を塗布して絶縁した。なお、比較用に CFRP 複合電極を接着しない無補強供試体を別途作製した。通電処理方法は、デサリネーションの一般的な通電期間である 8 週間連続通電とした。電解液は 0.1N の Li_3BO_3 溶液を用い、電流密度はコンクリート表面に対して 1.0A/m^2 を採用した。また、通電を行わない無通電供試体は 8 週間の実験室内に静置した。8 週間の通電処理および実験室静置後

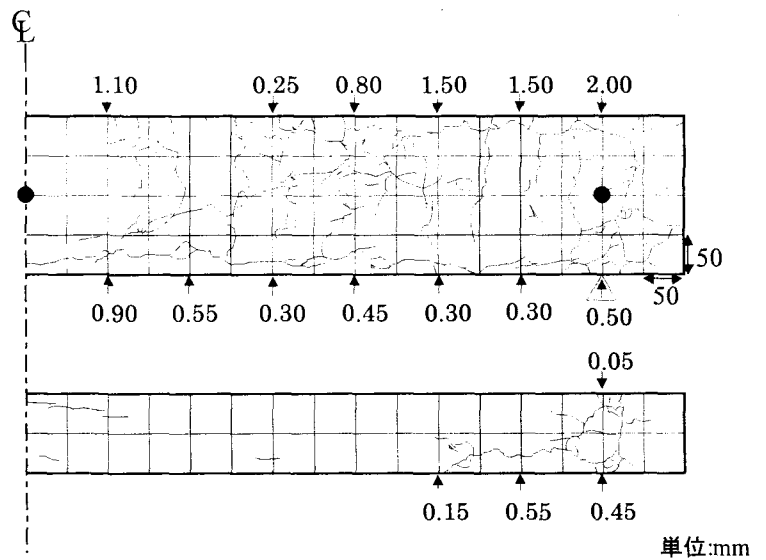


図-1 ひび割れ状況

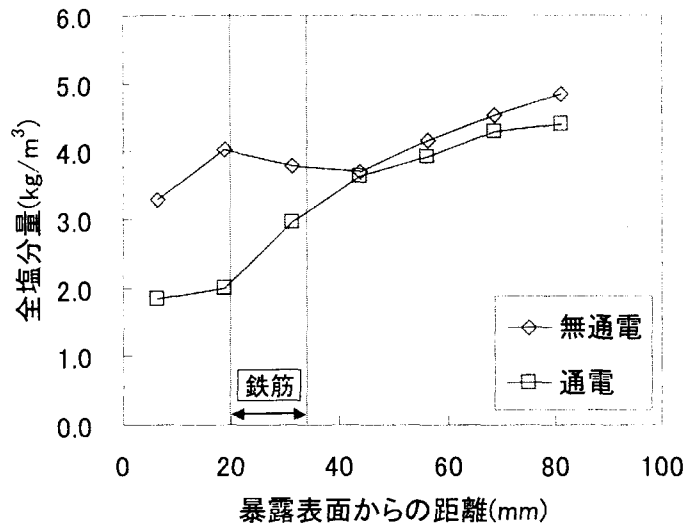


図-2 全塩分量分布

に、供試体中の Cl⁻濃度(全塩分量)を JCI-SC4 に準拠した方法で測定した。また、通電供試体および無通電供試体を用いて、スパン長 1400mm, 2点集中載荷による静的曲げ載荷試験を行った。

3. デサリネーションによる脱塩効果

通電処理が終了した後の各種供試体中における全塩分量分布を図-2 に、8 週間の連続通電処理した供試体の処理前後の供試体中鉄筋における自然電位を表-2 に示す。

図より、N(無通電供試体)と De(通電供試体)を比較すると、鉄筋付近で大きな脱塩効果が確認できた。脱塩量は約 50%程度と計算できる。

表-2 より、通電処理前の自然電位は ASTM 基準の不確定領域の値に推移しているが、通電終了後は防食領域の値を示している。

4. 曲げ載荷試験

静的曲げ載荷試験結果を表-1 に、荷重-CFRP 板中央ひずみ曲線を図-2 に、CFRP 板のひずみ分布を図-3 に示す。De(通電供試体)は、CFRP 板の引張破断に伴う曲げ破壊を示しており、ND(無補強供試体)よりも大きな最大荷重を示していることから、本工法による曲げ補強効果が確認された。土木学会「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]」にしたがって計算すると、ND(無通電供試体)の曲げ耐力は 60.0kN となり、CFRP 複合電極とコンクリートが完全に付着していると仮定して計算した De(通電供試体)の曲げ耐力は 68.6kN となった。今回得られた実験値はこれらの理論値とほぼ等しいことから、CFRP 板は破断する直前まで、コンクリートと一体化していたものと思われる。

図-3 より、De(通電供試体)は最大変位が 20mm 程度までにとどまり、ND より小さい値を示した。De の結果より、CFRP 板による曲げに対する補強により最大荷重は増加したが、脆性的になり、靱性が低下したことがわかった。しかし、破壊時に CFRP 板が引張破断したということから、補強材の補強効果が十分に発揮されたことがわかり、補強工法としては理想的な結果を示した。

図-4 より、曲げスパン全域において CFRP 板が引張応力を負担していることがわかる。CFRP 板が引張に対して弾性的に荷重が増加し、破断したと考えると、スパン中央部の CFRP 板の理論的最大ひずみは 1.26% となった。これは、今回の結果ほぼ同等の値となり、これらのことから、高い補強効果を得られていることがわかった。

表-1 通電前後の供試体中鉄筋自然電位 (V vs Ag/AgCl)

供試体	通電前	通電後
De-1	-0.178	-1.169
De-2	-0.167	-1.113

表-2 最大荷重

供試体No.	最大荷重(kN)	破壊モード
ND-1	65.4	曲げ
ND-2	64.8	曲げ
De-1	71.7	曲げ(CFRP板の引張破断)
De-2	71.6	曲げ(CFRP板の引張破断)

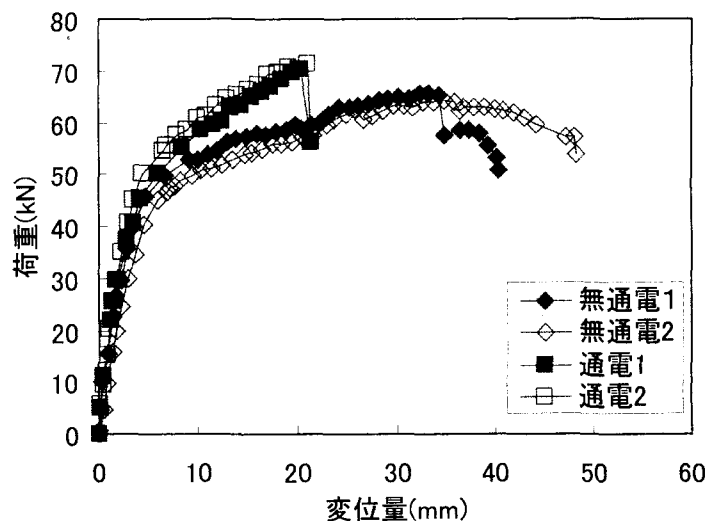


図-3 荷重-スパン中央ひずみ曲線

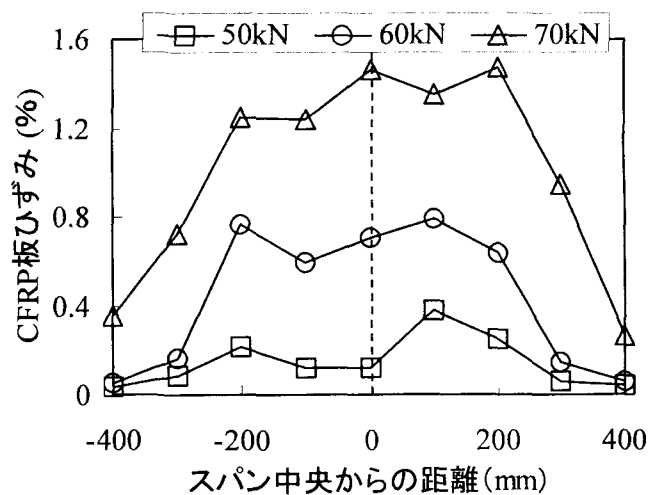


図-4 CFRP 板のひずみ分布